

山形県庄内地方における最近5年間のカキ‘平核無’ 果実の発育及び成熟の様相について

平 智・板 村 裕 之*
(山形大学農学部果樹園芸学研究室・*青果保蔵学研究室)
(昭和63年9月1日受理)

Aspects of Fruit Development and Maturation in Japanese Persimmon
(*Diospyros kaki* Thunb. cv. 'Hiratanenashi') for These Five
Years (1983—1987) in Yamagata Prefecture

Satoshi TAIRA and Hiroyuki ITAMURA*
Laboratory of Pomology, *Laboratory of Postharvest Horticulture, Faculty of Agriculture,
Yamagata University, Tsuruoka 997, Japan
(Received September 1, 1988)

Summary

The aspects of fruit development and maturation in Japanese persimmon (cv. 'Hiratanenashi') were investigated for over five years (1983~1987) in Yamagata prefecture.

The fruits developed with drawing double sigmoid curves in fruit diameter every year. The fruits at harvest were small in the years which had late full bloom.

The times of the start of peel coloration considerably varied with years (early Sep. -late Sep.). And the rates of coloration also varied passably, resulting in large alternations of harvest-time (middle Oct. -early Nov.).

Flesh firmness and soluble tannin content in flesh were maximum in late June and July, respectively, and both decreased gradually after those times to harvest. Total sugar content in flesh increased as the fruits developed. Regardless of years, flesh firmness and sugar content were about the same values, respectively, in the second growth period (slow development period). Soluble tannin contents rather increased temporarily in this period.

The aspects of performances of the above characters for five years were discussed mainly in relation to the changes of atmospheric temperatures.

I. 緒 言

同一の地域で同一の作物を栽培する場合においても、その年々によって、開花期や収穫期さらに収穫物の品質が相当に異なってくることは経験的にはよく知られている。

これは主として、作物がその年々の気象要因を始めとする種々の環境要因の影響を受ける^{3,4)}ためであると考えられるが、果樹のように永年性の作物にあっては、前

年あるいはそれ以前の年の影響が樹体側に残っている可能性⁵⁾もあり、その影響の現れ方はきわめて複雑であると思われる。そのせいもあってか、同一地域において同一品種の果実の発育及び成熟の過程が年によってどのようにあるいはどの程度変動するかについてはあまり明らかにされていない。本報では、山形県鶴岡市におけるカキ‘平核無’果実の発育及び成熟の様相を最近5年間にわたって調査した結果を概観し、数種の形質の変動の様相を主として平均気温の変化パターンとの関係から考察した。

II. 材料及び方法

山形大学農学部実験圃場（山形県鶴岡市）のカキ‘平核無’成木の果実を1983年から1987年にわたって供試した。

* 現在、島根大学農学部果樹園芸学研究室
Present address : Laboratory of Pomology,
Faculty of Agriculture,
Shimane University, Matsue,
Shimane 690

同実験圃場は平地の水田跡地にあり、連年、慣行的な栽培管理が行われている。供試樹は樹勢がほぼ中庸な樹を選んだが、結果量の調整は特に行わず通常の摘蕾・摘果を行った。なお、測定に供試した樹は同一果樹園内の樹であるが、5年間を通じて同一樹について調査したわけではない。また、年ごとの降水量の季節変化はかなり異なっていたが、とりわけ、1986年7月末から8月前半にかけての極端な小雨・乾燥が特徴的であった。

果実の発育はあらかじめ決めておいた7~20個の果実(測定年によって供試個体数がやや異なる)の最大横径を約10日おきにノギスで測定し、平均値で示した。

果色の変化は果頂部についてカラーチャート‘平核無’用(農水省果樹試験場作成)を用いて、果径を測定した果実について圃場で調査した。

また、毎回の調査日ごとにそのときの果径にはほぼ近いと判断される果実を同一樹より6~9個採取し、果肉硬度(うち数個を選び、赤道部付近をばく皮後果実硬度計(木屋製作所製)を用いて測定)、可溶性タンニン(以下、タンニンと略す)含量(果実数個を用いて Folin-Denis

法で3反復測定)及び糖含量(果実6個をひとまとめとしてメタノール抽出した後、GLCで常法により測定した。ただし、1983年は果汁の可溶性固形物含量を屈折計で測定した)を調査した。

なお、山形県鶴岡市における平均気温及び最高・最低平均気温のデータは日本気象協会山形支部発行の‘山形気象月報’に基いた(山形地方気象台の観測ポイント‘鶴岡’は本学農学部実験圃場内に設置されている)。

III. 結果及び考察

1. 平均気温

山形県鶴岡市における5年間の果実の生育シーズン(6~11月)の平均気温の変化を Fig. 1 に、また、果実の着色期以降(9~11月)の最高及び最低平均気温の変化を Fig. 2 に示した。

1983~1987年の5年間のうちでは1983年が最も平年に近い気温変化をしているものと思われた。1984年は6~7月の気温がやや高く、8月半ばから9月にかけて逆にやや低く推移した。また、1985年は全般に酷暑型であっ

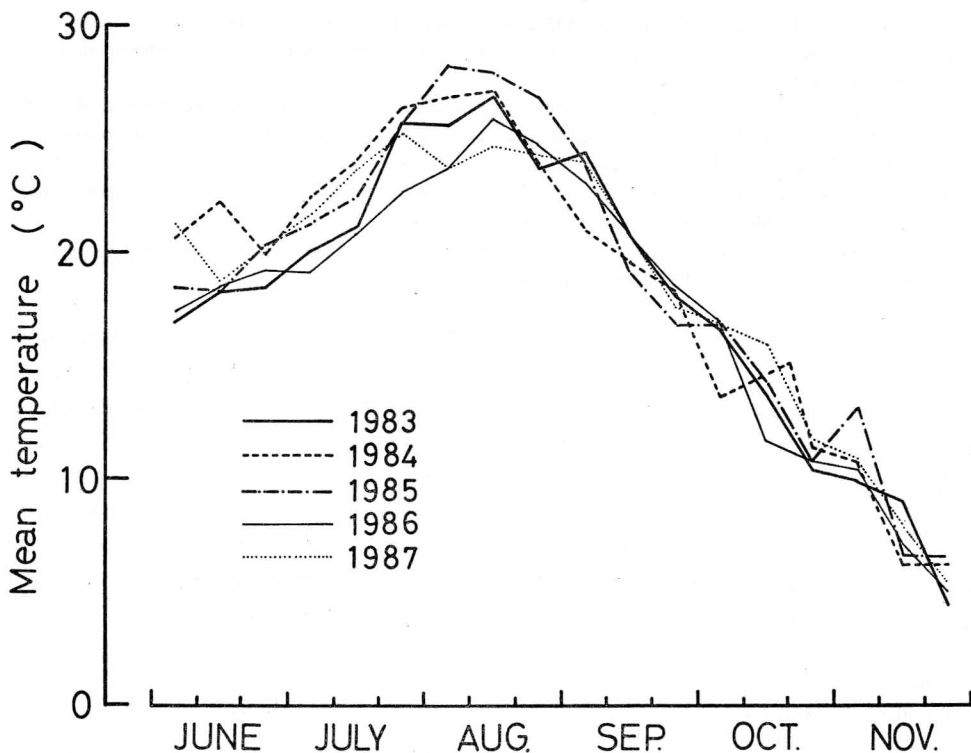


Fig. 1. Seasonal changes in atmospheric mean temperatures for 5 years(1983~1987)in Tsuruoka (Yamagata pref.).

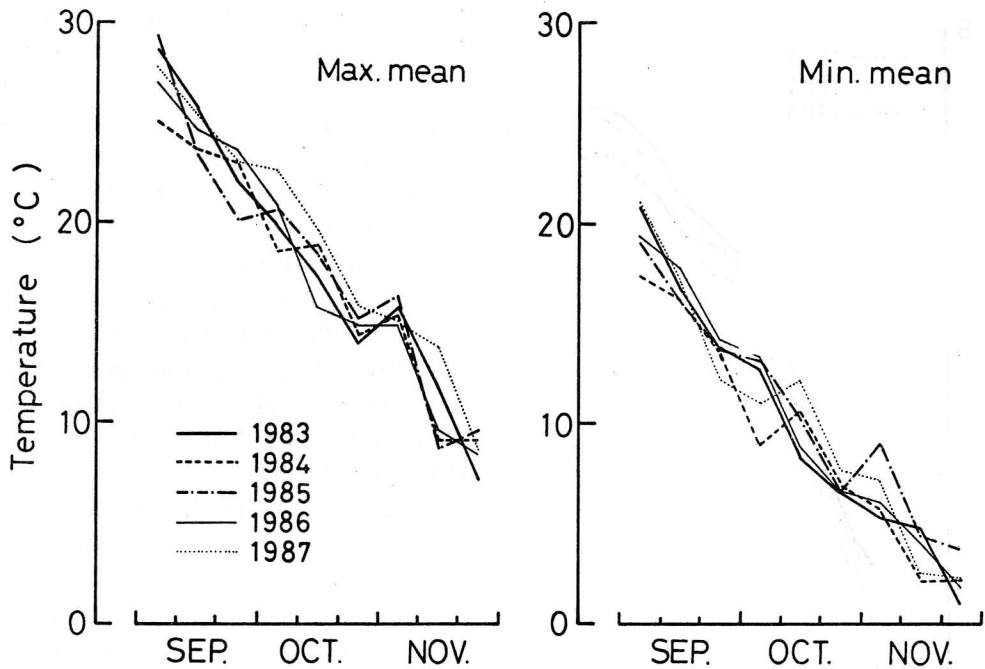


Fig. 2. Changes in max. and min. mean temperature from Sep. to Nov. in 1983~1987.

たのに対して1986年は逆に冷夏型であった。1987年は夏がやや早く訪れたが気温は低めに経過し、秋は逆に高温気味の日が連続した。

着色期以降の最高及び最低平均気温にも年次変動が認められた。例年ほぼ果実の着色開始時期にあたる9月下旬には最高平均気温にやや大きな年次変動が認められたが、最低平均気温のそれは比較的小さかった。

以下、果実の主な外観的あるいは成分的な諸形質の変化パターンの特徴を述べ、主にそれらと平均気温の変化との関連について若干の考察を試みることにする。

2. 果実の発育

Table 1 に各年の満開日(70%開花日)、着色開始時期及び収穫時期をまとめて示した。

開花日は1983, 1985, 1987年は6月上旬ではほぼ同じ時期であったが、着色の開始は1987, 1985, 1983年の順に早かった。さらに、収穫時期は1983年と1985年では10月下旬ではほぼ同時期であったが、1987年は着色開始が早かったにもかかわらず11月上旬とかなり遅れた。1984年と1986年はともに開花がその他の年より約1週間遅かった。しかしながら、1984年は着色の開始が早く、収穫時期も5年間のなかで最も早かった。

Table 1. Dates of full bloom, times of start of coloration and harvest in Tsuruoka (Yamagata pref.) for 5 years (1983~1987)

year	full bloom ^z	start of coloration ^y	harvest ^x
1983	June 6	middle-late Sep.	late Oct.
1984	June 14	middle-late Sep.	middle-late Oct.
1985	June 7	middle Sep.	late Oct.
1986	June 14	late Sep.	late Oct.-early Nov.
1987	June 6	early Sep.	early Nov.

^z date on about 70% of flowers opening.

^y time when the value of the color chart at stylar end reached 1.0.

^x time when the whole fruit colored.

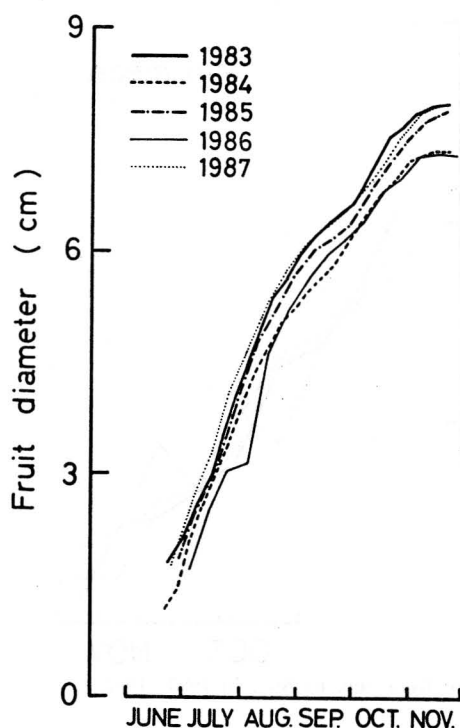


Fig. 3. Fruit development in Japanese persimmon (CV. 'Hiratanenashi') for 5 years (1983~1987) in Tsuruoka (Yamagata pref.). Mean values of 7~20 fruits.

このように、開花の早晩と着色開始時期及び着色を指標とした果実の収穫時期の早晩との間には一定の傾向は認められなかった。

果実の生長曲線(最大横径の変化)を Fig. 3 に示した。生長パターンに若干の差はあるものの、いずれの年も果実は二重S字曲線を描いて発育・肥大した。

カキ果実では、開花後の肥大を第Ⅰ期、途中、肥大がやや緩慢になる時期を第Ⅱ期、その後収穫まで再び急激に肥大する時期を第Ⅲ期と呼んでいる²⁾が、京都市において8月から9月にかけて観察される第Ⅱ期は鶴岡市では少し遅れて9月から10月初めにかかる年が多かった(1984年はやや早く8月中旬から9月中旬)。

満開日がほぼ同じであった1983, 1985, 1987年はとによりく似た生長曲線を描いたが、1985年は酷暑型気候であったためか8月以降の肥大が劣り、第Ⅱ期の生育も5年間のうちで最も緩慢であった。開花の遅かった1984, 1986年は兩年ともに最終的な果径がその他の3年に比べて小さかった(1986年の8月前半の極端な肥大の停滞は

同時期の少雨・乾燥が原因であると考えられる)。

カキ果実の発育・肥大は特に生育後期(第Ⅱ期以降)において環境温度の影響を受けやすいことが樹体温¹⁾及び果実温²⁾を変化させて行った実験で明らかにされている。本調査でも、例えば1985年は第Ⅱ期前後の果実肥大が抑制されたが、これはこの時期に高温で経過したことが主な原因と考えられた。中條¹⁾や鄭ら²⁾も第Ⅱ期以降の高温(25℃ないし30℃)によって果実の肥大が顕著に抑制されることを報告している。しかし、鶴岡市における自然条件下では第Ⅱ期以降に中條や鄭らの実験で設定された25℃~30℃という定常的な高温条件はほとんどみられないため、第Ⅱ期以降の果実の発育の年次変動は生育期前半に比べて比較の変動が大きかったものの、極端に肥大が抑制されるようなことはなかった。むしろ、5年間を通じてみれば、平均気温の年次変動幅のわりには、果実の肥大パターンの年次変動はさほど大きくはないと思われた。

また、果実の生育期間(ここでは6月11日~10月31日とした)の10℃以上の積算温度は1983, 1984, 1985, 1986, 1987年で、それぞれ、1427, 1517, 1527, 1368, 1499℃であり、1985>1984>1987>1983>1986年の順に高かった。これに対して11月1日の時点における果径は1983>1987>1985>1984>1986年の順に大きく、開花日のほぼ等しい1983, 1985, 1987年の3年間をみても生育期間中の積算温度が高いから肥大が優れるということはなく、むしろ積算温度が低いほど肥大は優れる傾向にあった。このことは生育の後半に温度が高いと果実の肥大が抑制される傾向があることと関連しているのかもしれない。

以上のように、開花後の果実の肥大には開花日の早晩の影響が大きく、開花が遅れた年は最終的に小果となる可能性が高いことが示唆された。

3. 果実の着色

着色開始時期('平核無'用カラーチャートで1.0に達した時期)は9月初旬から9月中下旬まで年によって相当異なっていたが、9月の末にはいずれの年もほぼ2.0程度の着色(1987年はやや進行が早い)になっていた。しかしながら、10月中旬頃に3.0を越えると再び、年によって進行の速度に差が生じた(Fig. 4)。

カキ果実の着色は着色開始期以降(主として第Ⅲ期にあたる)の温度の影響を大きく受けることが報告されている^{1,2)}が、本調査においても上述のように、着色の進行

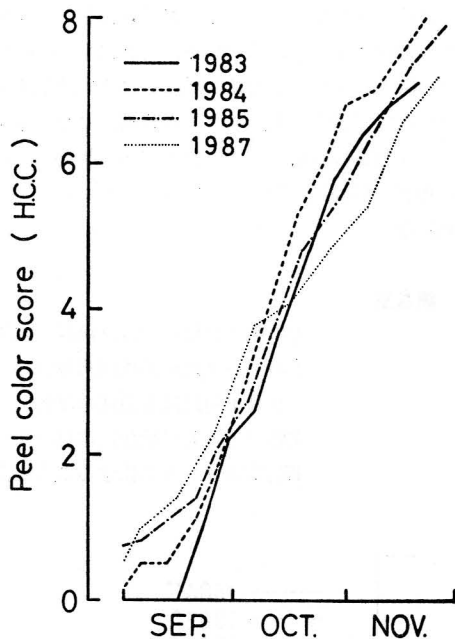


Fig. 4. Changes of peel color for 4 years (not measured in 1986). Peel color (at stylar end) was measured with a horticultural color chart (H. C. C.) for 'Hiratanenashi' persimmon (Score: 1~8). Mean values of 7~20 fruits.

は10月半ば以降に年による変動が大きかった。平均気温は9月より10月以降に大きな年次差が認められており、着色と気温との関係が深いことが示唆された (Fig. 1, 2, 4)。例えば、1987年には10月以降着色の進行が鈍くなったが、これは10月の平均気温 (特に最高平均気温) が高く経過したことの影響が大きいためと考えられるし、着色が5年間のうちで最もスムーズに進行した1984年は9月半ばから10月初めにかけての平均気温の低下が着色に有利に働いたものと思われる。

9月と10月の2か月の平均気温と着色との関係をみると、1983, 1984, 1985, 1987年の平均気温はそれぞれ、17.2, 16.5, 17.0, 18.0℃であり、果実の着色 (11月1日時点における着色度) は Fig. 4 よりそれぞれ6.2, 6.9, 5.8, 5.1で、平均気温の低い年は着色がよい傾向であった。また、仮に果頂部のカラーチャート値が1.0から6.0になるまでに要した日数を着色所要日数とすると、1983年で約38日、1984年で約36日、1985年で約54日、1987年で約66日であり、これらも9月、10月の平均気温が低いと短くなる傾向があった。

4. 果肉硬度

年により測定期間が異なっているため、あまり明確ではないが、7月の初め頃に最高値となりその後徐々に低下 (軟化) した (Fig. 5)。低下のパターンは年によってかなり異なっていたが9月中下旬 (第Ⅱ期にあたる) 頃にいずれの年も一時低下が停滞し、しかもその時の果肉硬度は約2.4 kg 前後で大きな差はなかった。その後、第Ⅲ期に入ると急速な果実肥大に伴って急速に低下した。

1987年は9月以降もやや高い硬度を維持したが、これは着色の進行と同様、この時期の気温が高かったために成熟が抑制されたためであると考えられた。中條⁹⁾や鄭¹⁰⁾もカキ果実の果肉硬度の低下が成熟期の高温条件によって抑制されることをみている。

また、果実の着色の進行と果肉硬度の低下パターンと

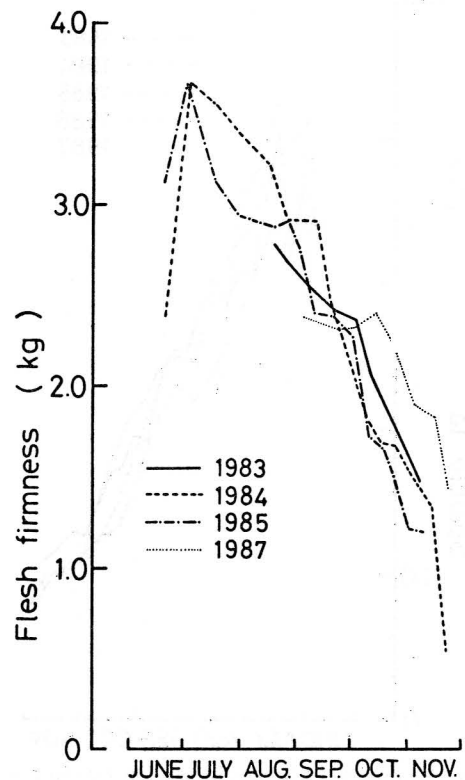


Fig. 5. Seasonal changes in flesh firmness for 4 years (not measured in 1986). The firmness of peeled fruit flesh was measured at 2 parts per fruit with "Fruit firmness meter (Kiya Co. Ltd.)". Mean values of 3~6 fruits.

の間には明らかな平行関係は認められなかった。

5. タンニン含量

果肉のタンニン含量は6月から7月にかけて(年によってやや異なる)ピークを形成した後、第Ⅱ期に横ばいしないしはやや増加するほかは果実の発育・肥大に伴ってほぼ直線的に低下した(Fig. 6)。

果実の生育期における含量の年次差はかなり大きい。収穫時期にはいずれの年も約1.2%前後であり、大きな差は認められなかった。また、平均気温の変化との関連は本調査の範囲内では必ずしも明確ではなかった。

なお、第Ⅱ期にタンニン含量が横ばいあるいは微増する主な原因は果実の肥大がこの時期に緩慢になる(Fig. 3)ためと考えられる。しかし、果実の肥大は完全に停

止しているわけではなく、むしろ第Ⅱ期においても緩慢ながら連続的に肥大が続けている。それにもかかわらず、この時期にタンニン含量が横ばいあるいは微増しているのは、'平核無'果実では、この時期にはまだ果実内でタンニン物質の蓄積(あるいは樹体から果実内へのタンニン物質の移動)が起こっていることを示しているのかもしれない。

6. 糖含量

果肉の糖含量は果実の肥大に伴ってほぼ直線的に増加した。ただし、1984年のデータは可溶性固形物含量の変化を示しているため、9月下旬以降も急速に増加している。これは、果実の成熟(主として軟化)に伴ってペクチンや多糖類などの細胞壁成分が水溶化することと関連

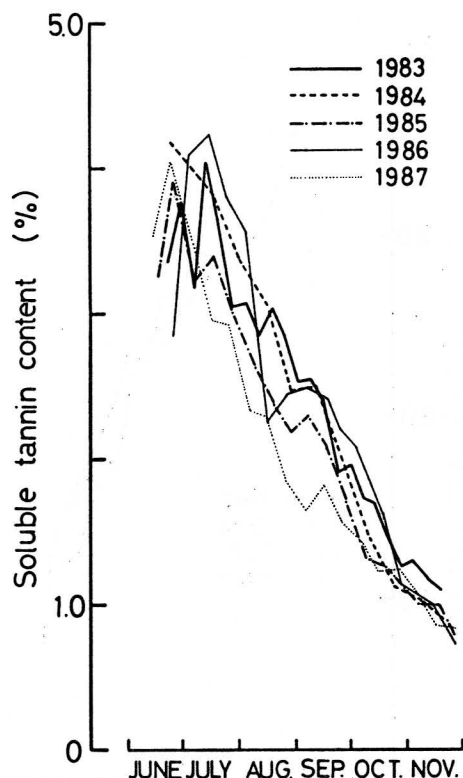


Fig. 6. Seasonal changes in soluble tannin content for 5 years. The measurements were carried out by Folin-Denis method. Mean values of 3 replications using 2 or 3 fruits.

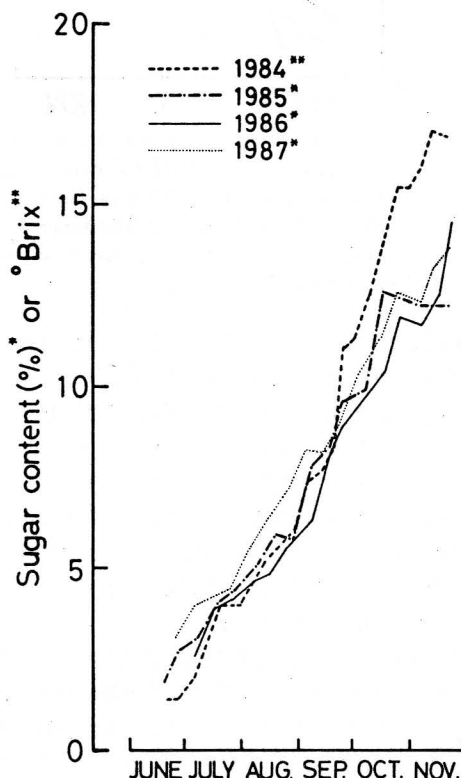


Fig. 7. Seasonal changes in sugar (1985~1987) or total soluble solids(1984) contents. The sugar content was analyzed with GLC and the total soluble solids content was measured with a hand refractometer after PEG treatment to remove tannins. Mean values using 3~6 fruits.

があるものと考えられる (Fig. 7).

果実の生育期全般にわたってその年々によって蓄積のパターンはやや異なっていたが、第Ⅱ期には約8.0%前後でいずれの年も極めてよく似た値をとった。その後は年によって再び変動した。京都市において‘平核無’果実の発育ならびに成熟に伴う糖組成の変化を調査した報告⁵⁾でも全糖含量の増加は第Ⅱ期(8月上旬～9月上旬)でも一時停滞しておりその時の含量は約8%である。

このように生長第Ⅱ期によく似た値をとることは、果肉硬度の変化においても同様の傾向が認められているし (Fig. 5)、タンニン含量も同時期に減少が一時ストップすることから‘平核無’果実の発育及び成熟において第Ⅱ期は生理的に何らかの重要な意味を持っているものと考えられる。

また、収穫時期には糖含量がもはや増加せず、むしろ若干の減少傾向を示した。これは、第Ⅲ期における果実の急速な肥大に対して樹体から果実への光合成産物の転流が追いつかなくなることによっているのかもしれない。

7. まとめ

以上述べてきたように、果実の諸形質は年によってそれぞれ変動したが、ほぼ例年の収穫時期にあたる10月下旬におけるそれらの年次変動の幅は、着色及び果肉硬度で最も大きく、果径ではやや大きく、タンニン含量や糖含量においては比較的小さかった。

果実の発育・肥大は年ごとの平均気温の差ほどは大きく変動せず、むしろ開花期の早晩に左右される面が大きいものと思われた。このことは果実発育の適温は確かに中條¹⁾のいうように果実の発育ステージごとに存在するのであろうが、生育シーズンを通じてみた場合、果実は発育・肥大に関して、その適温の幅が比較的広いことを意味しているように思われ、果実発育の温度環境に対する高度な適応能力が示唆された。

それに対して、果色は特に着色開始期以降の気温の影響を受けやすいものと判断された。したがって、通常、果色を収穫の指標とするために収穫時期の年次変動が大きくなると考えられる。このことは、また、収穫時期と果実にとっての真の意味での成熟期が必ずしも一致していないことを意味している。

‘平核無’は渋ガキであるため、収穫後に脱渋処理を施す必要があるが、その難易の程度が年によってかなり異なっているとよく言われている。その原因を収穫時におけ

る果肉のタンニン含量の多少によるとする考え方もあるが、本調査の結果からもわかるように、収穫時のタンニン含量の年次差はさほど大きいとは言えないように思われた。脱渋の難易の原因はむしろ収穫時の果実の真の意味の熟度(あるいは生理活性)と深くかかわっているのではないかと考えられるが、この点についてはさらに詳しい検討が必要であろう。

また、果実発育の第Ⅱ期には、前述のように、その前後における年次変動が比較的大きくても果肉硬度及び糖含量はそれぞれ比較的良好な値を示し、タンニン含量の減少も一時停止あるいはやや増加する傾向が認められた。このように、果実の発育生理上、第Ⅱ期の果たす役割は重要なものであると思われるが、どのような生理的意味を持っているのかは全く明らかでない。第Ⅱ期は果実の肥大が一時緩慢になるという特別な時期だけにこの点に関して今後の研究が期待される。

果頂部のカラーチャート値が6.0に達した時点収穫期として Fig. 4 から収穫日を読みとり、それぞれの年の果実の生育日数(開花日から収穫日までの日数)を算出すると、1983, 1984, 1985, 1986, 1987年でそれぞれ約141, 128, 145, 144, 156日となり、最も短い1984年と最も長い1987年との間に約28日の差があった。和歌山県果樹試験場の成績²⁾によれば、和歌山県における露地栽培の場合、生育日数(ただし収穫日は果頂部の果皮色が4.0になったとき)は、1983, 1984, 1985, 1986年でそれぞれ154, 142, 159, 145日であり山形県に比べると比較的変動が小さいものと思われた。また、果実の生育日数は山形県に比べて、やや多い年と大差のない年があり、一定の傾向は認められなかった。さらに、着色所要日数(カラーチャートで1.0から4.0になるのに要した日数)はそれぞれ33, 23, 33, 42日と和歌山県でも1984年に最も短くなっていた。しかし、これらは収穫時期の判定基準である果頂部のカラーチャート値が異なったものどおしの比較であり、現時点では詳細は明らかではない。

今後、同一地域における年次変動のデータを積み重ねると同時に西南日本の産地における果実の発育及び成熟パターンとの比較調査を行うこともカキ果実の発育と成熟の生理を理解するうえで重要であると考えられる。

IV. 摘 要

山形県鶴岡市において5年間(1983～1987年)にわたってカキ‘平核無’果実の発育及び成熟の様相を調査した。

パターンに多少の差はあるものの、果実はいずれの年も二重S字曲線を描いて発育・肥大した。また、開花の遅れた年は最終的な果径も小さかった。

着色開始時期は年によって相当異なった(9月上旬～9月下旬)。さらに、着色の進行も年次差が大きく、収穫時期にも変動が認められた(10月中旬～11月上旬)。

果肉硬度及びタンニン含量はそれぞれ6月下旬、7月上中旬頃に最高値となりその後しだいに低下した。果肉の糖含量は果実の発育に伴ってしだいに増加した。果実生長第Ⅱ期(発育停滞期)には果肉硬度、糖含量とも年次を問わずそれぞれ類似した値を示した。タンニン含量はこの時期に一時やや増加する傾向が認められた。

以上の諸形質の年次変動の様相を主として平均気温の変化との関連で考察した。

謝 辞

本研究の遂行にあたって、1983年から1987年の専攻学生諸君の協力を得ました。また、報告の取りまとめに際し、五十嵐幸子技官の御助力をいただきました。ここに

記して感謝します。

文 献

- 1) 中條利明. 1982. 富有カキ果実の発育ならびに品質に及ぼす温度条件に関する研究. 香川大学農学部紀要, 37: 1-63.
- 2) 北川博敏. 1970. カキの栽培と利用. 養賢堂, 東京.
- 3) 小林 章. 1975. 果樹環境論. 養賢堂, 東京.
- 4) 小林 章. 1985. 果樹風土論. 養賢堂, 東京.
- 5) 鄭 国華・杉浦 明. 苫名 孝. 1985. カキ果実の発育ならびに成熟に伴う糖組織の変化. 園学要旨昭60秋: 124-125.
- 6) 鄭 国華・安田 稔・平野 健・杉浦 明. 1988. 果実温度がカキ‘平核無’果実の成熟に及ぼす影響. 園学要旨昭63春: 106-107.
- 7) 和歌山県果樹試験場. 1986. 昭61年度果樹試験成績. p. 123-125.
- 8) WESTWOOD, M. N. 1978. Temperate Zone Pomology. W. H. Freeman and Company. San Francisco.